

シリコンのコヒーレントフォノンの発生起源に関する実験的考察

Experimental study for generation mechanism of coherent phonon in silicon

NTT 物性研¹, °加藤 景子¹, 小栗 克弥, 後藤 秀樹NTT Basic Research Laboratories¹, °Keiko Kato¹, Katsuya Oguri, and Hideki Gotoh

E-mail: kato.keiko@lab.ntt.co.jp

超短パルスレーザー光の照射によって生成されるコヒーレントフォノンの発生機構は、実吸収の有無を中心にその議論がなされてきた[1]。一方、シリコン(Si)では、実吸収を伴う間接遷移許容の条件下でも、ラマン過程の仮想遷移によってコヒーレントフォノンが生成されると考えられている。そこで本研究では、Siのコヒーレントフォノンの発生機構に関し、実験による検証を行った。

実験では、時間幅 10 fs, 中心波長 780 nm (1.59 eV)の光をポンプ光およびプローブ光として用い、Si(001)の過渡反射率を測定した。キャリアダイナミクスを検出に際しては等方的検出法(ΔR_{iso})を、コヒーレントフォノンの検出に際しては EO サンプリング法(ΔR_{eo})を用いた[2]。サンプルは、液体ヘリウムクライオスタットを用いてその温度(10 K-270 K)を変えた。

図 1 に intrinsic Si の ΔR_{iso} を示す。観測された負の応答は間接遷移によって生成される励起キャリアの量に比例することが知られており[3]、その変化量は温度低下に伴い減少することがわかった(図 2)。観測された温度依存性は、780 nm における Si の吸収係数の温度依存性(図 2 点線)[4]と同様の傾向を示すことがわかった。一方、コヒーレントフォノンの振幅を温度の関数としてプロットすると、温度によらず一定であった(図 2 挿入図)。間接遷移によって生成されるキャリアの温度依存性と、コヒーレントフォノンの振幅の温度依存性が異なることから、Si のコヒーレントフォノンの発生に間接遷移が関与しないことが示された。よって Si のコヒーレントフォノンはラマン過程によって生成されると考えられる。

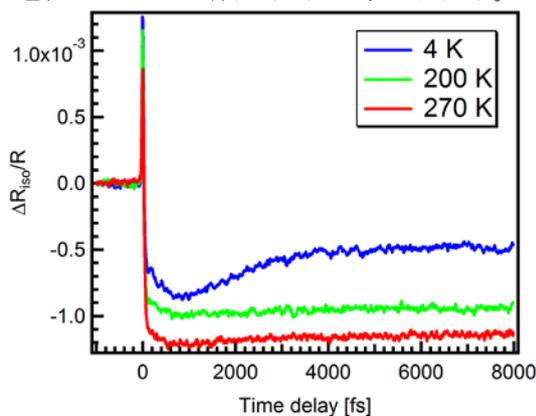


図 1. intrinsic Si の過渡反射率。

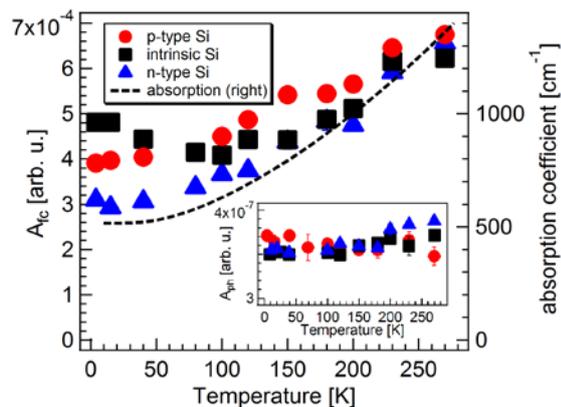


図 2. 負の反射率変化量およびコヒーレントフォノンの振幅(挿入図)の温度依存性。点線は 780 nm における Si の吸収曲線。

[1] R. Merlin, Solid State Com. **102**, 207 (1997).[2] T. Dekorsy et al., Phys. Rev. Lett. **74**, 738 (1995).[3] A. J. Sabbah et al., Phys. Rev. B, **66**, 165217 (2002).[4] K. Rajkanan et al., Solid-State Electron., **22**, 793 (1979).